

液状化地盤上の盛土耐震補強法に関する遠心模型実験

大成建設（株） 正会員 ○藤原 斉郁

大成建設（株） 正会員 森川 義人

大成建設（株） 正会員 堀越 研一

1. はじめに

近年、構造物の耐震設計における性能規定化が進む中、地盤分野においても沈下や側方変位などの変形量予測手法の必要性が高まっている。このうち、液状化対策に関しては、従来の地震による過剰間隙水圧の発生を抑制する方法に対し、ある程度の水圧上昇と変形を許容しつつ所定の機能維持を図る方法が考えられ、対策工の数量が膨大となることが予想される道路や鉄道などの線状構造物に対し、費用対効果の面で最も現実的な方法であると思われる。本研究では、液状化地盤上の既存盛土の耐震補強法として、液状化による変形を許容しながらも盛土体としての機能維持を図る方法について遠心模型実験を実施し、その妥当性について検討した。

2. 実験概要

図-1 に本研究で対象とした耐震補強法の概要を示す。本補強法は、①盛土法尻部に設けた抑え部、及び、②液状化地盤中の改良体と改良体～法面抑え部を結ぶ構造により構成されており、地震による基礎地盤の変形等を利用することを想定した方法である。すなわち、基礎地盤の変形や盛土体の沈下などの抑制は難しいものの、盛土法面のはらみ出しを抑え、盛土体自身の形状を保持することにより盛土天端部での亀裂発生などの致命的な変状を防ぎ、盛土構造物としての最低限の機能を確保することを目指している（以下、数値は実物換算値を示す）。

図-2 に遠心模型実験モデル、表-1 に実験ケースを示す。実験は厚さ 4.2m 相当の相対密度 60% の豊浦砂地盤上に、豊浦砂とカオリン粘土を乾燥重量比 5 : 1 で混合した材料により盛土高 3.6m × 天端幅 3.0m、法面勾配 1 : 1.5 の盛土体を中央に設置したモデルを基本とした。なお、遠心加速度は 30g、間隙流体は 30cSt ($\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$) のシリコンオイルとし、入力波はいずれのケースも正弦波 40 波、最大加速度 350Gal ($\times 10^{-2} \text{m}/\text{s}^2$) とした。また、補強ケースについては、法面の抑え部には厚さ 10cm 程度のコンクリートに相当する剛性のアルミ版を盛土法尻部表面に設置し、基礎地盤内の改良体については盛土体直下もしくは盛土直下近傍に $\phi 1200\text{mm}$ 相当の改良体を奥行き方向に 2 体 (Case-2, 3) もしくは 1 体 (case-4) 配し、両者をロッドにより結び実験を行った。なお、各ロッド中間部には張力計を設置し、張力計とロッドは曲げを伝達しない接続とした。

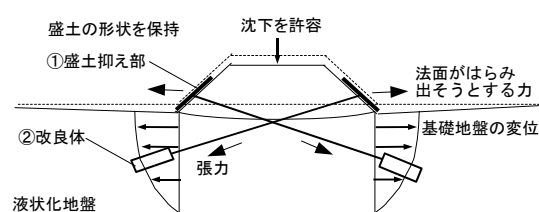


図-1 耐震補強法の概要

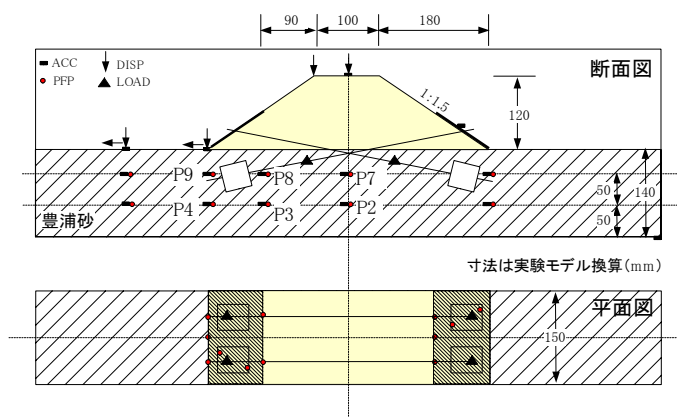


図-2 遠心実験モデル (Case-2)

表-1 実験ケース

ケース	項目	改良ピッチ
Case-1	無対策	—
Case-2	盛土直下地盤内に改良体	2.25m
Case-3	盛土直下外地盤内に改良体	2.25m
Case-4	盛土直下地盤内に改良体	4.5m

キーワード 液状化, 補強法, 既設盛土, 地盤改良, アンカー

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 3 4 4 - 1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7236

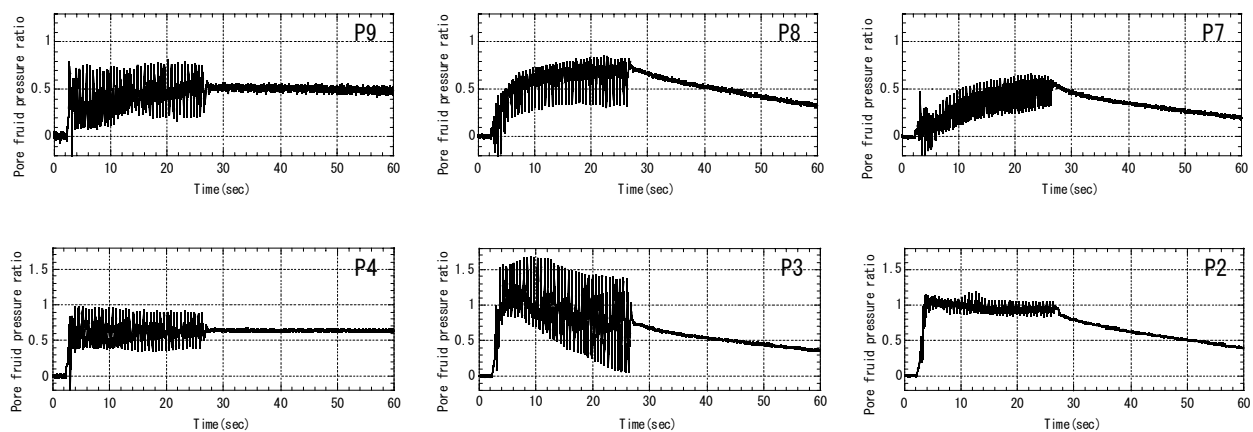


図-3 過剰間隙水圧比の経時変化 (Case-2)

3. 実験結果

図-3 に Case-2 における基礎地盤中の過剰間隙水圧比の経時変化, 図-4 に実験後の盛土の状況, 表-2 に盛土と基礎地盤の残留変形量を示す。いずれのケースも加振により基礎地盤の過剰間隙水圧が上昇し, 無対策については盛土体が分断破壊¹⁾したのに対し, 補強ケースについては変形量が異なるものの全てのケースで盛土体天端に亀裂が発生するなどの致命的な破壊にまでには至らず, 補強の有無による明確な挙動の違いが見られた。すなわち, 液状化により水平方向に変位しようとする基礎地盤の挙動に対し, 地盤内の改良体を介して盛土法面部とが釣り合うことにより盛土体の変形を抑制する効果が期待されることが示唆された。なお, 無対策ケースの地盤内水平変位は法尻付近で最大であったが, 補強ケースについては改良体近傍で変位が抑制されていた。また, 地盤内の過剰間隙水圧に関しては, 直上の盛土体の影響が少なく水圧上昇が見込まれた改良体付近の水圧 (P9) 上昇が抑制されている傾向が見られ, 改良体による補強メカニズム解明の一つの手掛かりとなることが予想された。

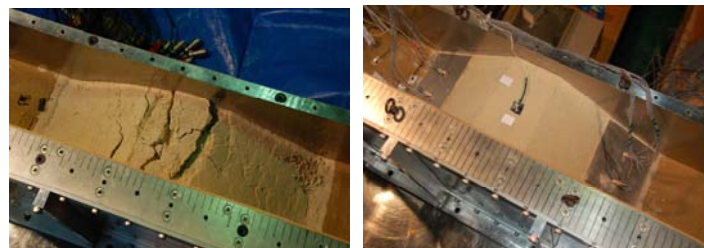
図-5 に各ケースの盛土天端沈下量と盛土斜面部の重量に対するロッド張力最大値の比を示す。図中には左右のロッドそれぞれについて, 改良体を奥行き方向に2体配した場合にはこれらの合計による張力最大値により求めた値を示しているが, 張力がいほど沈下量が小さい点や, 奥行き方向の改良体数を減じてとも一定の補強効果が得られた点, 再加振 (Case-2) による張力が大きく沈下抑制効果も大きいことなど, いくつかの注目すべき挙動が見られた。

4. おわりに

本実験により液状化地盤上の盛土耐震補強法として成立する可能性が示された。今後は, 補強メカニズムの解明とともに, 設計法など実用化に向けた検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 高地震力に対する土構造物の耐震設計法に関する研究報告, 土木学会地震工学委員会, 2000. 9.



(a) Case-1

(b) Case-2

図-4 実験後の状況

表-2 地盤の残留変形量

ケース	盛土天端沈下 (mm)	地盤内水平変位最大値 (mm)
Case-1	640	750
Case-2	184	800
Case-3	313	685
Case-4	385	763

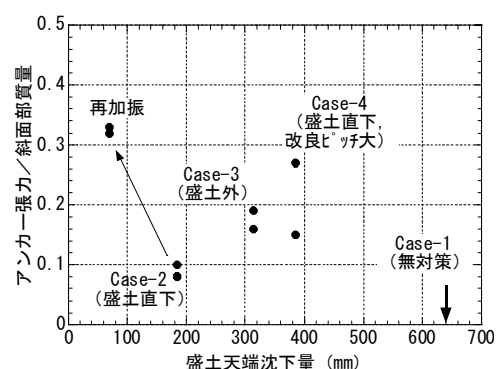


図-5 盛土沈下と張力の関係